

## IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL NOSTRO PIANETA DALLO SPAZIO (4/5)

Maurizio FEA, European Space Agency (ESA) - ESRIN, Frascati

### L'evoluzione delle città rilevata da un osservatorio privilegiato

Lo sviluppo di un insediamento urbano è generalmente determinato da eventi storici e da situazioni geografiche normalmente unici, cosicché la crescita di una città, e ancor più di una megalopoli, si evolve nel tempo e nello spazio in modo molto caratteristico e al tempo stesso del tutto particolare. Ne consegue che lo studio dell'urbanizzazione di un'area è un lavoro multidisciplinare e affascinante, soprattutto in Italia dove la grande maggioranza dei luoghi abitati può vantare una storia più che millenaria. Le osservazioni sullo stato e sui cambiamenti del tessuto urbano sono stati tramandati inizialmente con penna e calamaio tramite scritti e disegni, poi attraverso le misure topografiche e infine con le tecnologie via via più moderne, fino agli odierni rilevamenti da satellite. In effetti, l'osservazione dall'alto con strumenti ottici è cominciata nel 1858 proprio con la prima fotografia aerea della città di Parigi scattata da una mongolfiera dal fotografo francese Felicien Tournachon, detto "Nadar". Oggi, il telerilevamento da satellite fornisce accurate immagini delle città e del loro ambiente circostante in varie bande dello spettro elettromagnetico con la frequenza temporale desiderata e con una risoluzione geometrica che può raggiungere poco più di mezzo metro. I dati rilevati da satellite costituiscono, assieme ad altre informazioni e misure a terra, un valido strumento d'aiuto nelle decisioni, perché non solo permettono di conoscere con molto dettaglio lo stato delle cose osservate, ma aiutano anche a rilevare cambiamenti del territorio osservato e ad aggiornare la cartografia con tempestività, maggiore frequenza e alta precisione. Si può, pertanto, ben dire: più che le parole parlano le immagini!

Un'interessante raccolta d'immagini acquisite dai satelliti per l'osservazione della Terra su molte città, soprattutto europee, è disponibile su EDUSPACE, il sito web sviluppato dall'ESA per scopi educativi in sei lingue europee <[www.eduspace.esa.int](http://www.eduspace.esa.int)>. Il portale cartografico nazionale ATLANTE ITALIANO <[www.atlanteitaliano.it](http://www.atlanteitaliano.it)> offre la visione della copertura del territorio nazionale, con carte topografiche a piccola e a media scala e con ortoreimmagini ad alta risoluzione (pixel 1 metro), sia in bianco e nero, sia a colori, acquisite da volo aereo in periodi diversi. Infine, esistono siti web che permettono di visualizzare un gran numero di città e di aree geografiche intorno al mondo (ad esempio: [earth.google.com](http://earth.google.com), [maps.google.com](http://maps.google.com)).

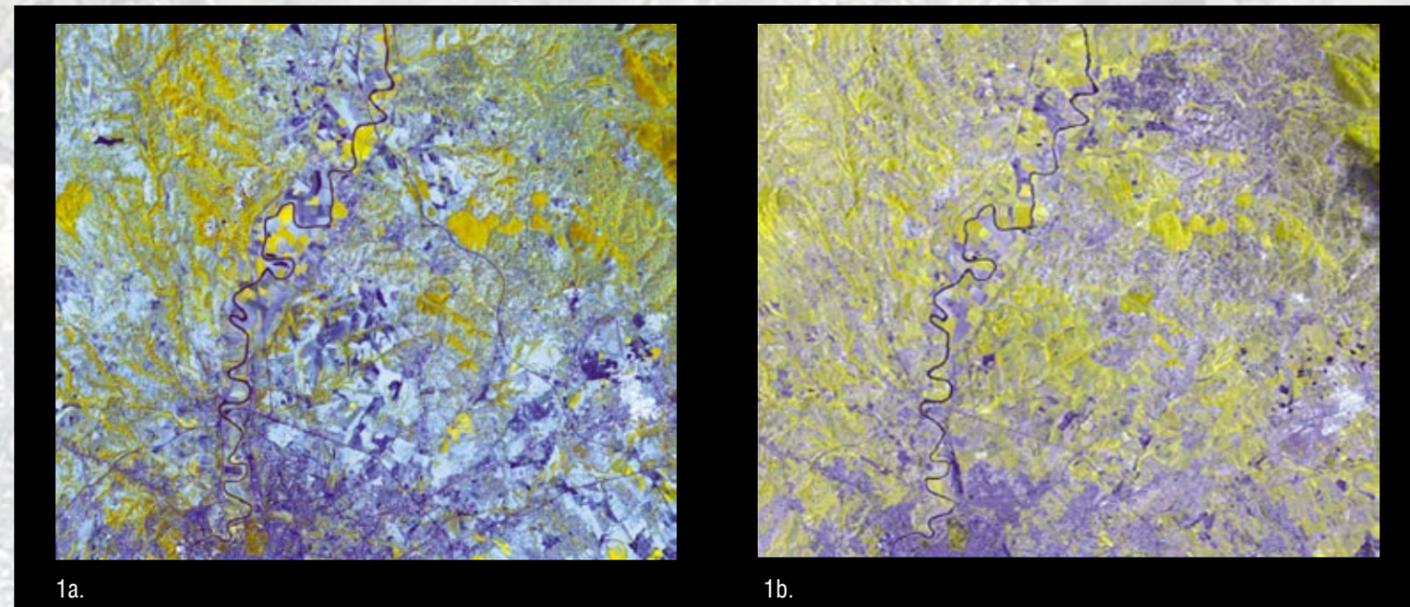
### Le immagini di copertina: Roma e Milano, due grandi città italiane

La copertina mostra un'immagine multispettrale della città di Roma rilevata il 19 agosto 2004 dallo strumento Thematic Mapper imbarcato sul satellite statunitense Landsat-5 e visualizzata in *colori naturali* (RGB 321), vale a dire un'immagine creata dall'elaborazione dei dati delle prime tre bande del sensore TM, ponendo nel canale "Red" dello schermo il segnale della Banda 3 (Rosso) del TM, nel canale "Green" la Banda 2 (Verde) e nel canale "Blue" la Banda 1 (Blu). Di conseguenza, la città appare in questa immagine come la vedrebbero se la sorvolassimo dall'alto. È interessante notare l'insieme dello sviluppo urbano della città, che si è propagata in maniera abbastanza omogenea a partire dal centro storico (riconoscibile dal colore leggermente più rosato dei tetti delle case e dall'Isola Tiberina, unica isola sul fiume Tevere) fino a oltre il Grande Raccordo Anulare che la circonda come una diga, oramai superata dall'onda dei nuovi quartieri. In questa immagine, ripresa dal satellite da circa 800 km di quota, sono ben visibili molti monumenti e zone caratteristiche della città, che permettono un rapido orientamento: in alto a sinistra la macchia scura dell'alberata collina di Villa Glori, alla cui sinistra, al di là del fiume Tevere, si riconosce il bianco anello dello Stadio Olimpico. Si può individuare la raggiera delle otto vie consolari, così come, in basso a destra, l'aeroporto di Ciampino e i due anelli dell'ippodromo delle Capannelle lungo la via Appia Nuova.

L'altra illustrazione di copertina mostra un'immagine multitemporale della città di Milano, costruita dai dati acquisiti in tre date diverse dal sensore a microonde SAR del satellite ERS-2 dell'ESA e visualizzata in falso colore, ponendo nei canali "Red", "Green" e "Blue" dello schermo i segnali acquisiti dal radar di ERS-2 in tre date distinte. La città non appare assolutamente come la vedrebbero i nostri occhi, perché l'informazione fornita dal radar è totalmente diversa da quella ottenuta dai sensori ottici (rif. Inserto Rivista N. 6 - 2004). Un grande vantaggio delle immagini in microonde, tuttavia, è che in esse gli edifici appaiono normalmente di un bianco brillante, dovuto alla riflessione multipla degli impulsi radar da parte delle loro mura esterne: ciò li rende facilmente riconoscibili rispetto all'ambiente circostante, e con essi gli insediamenti urbani. Inoltre, le zone più intensamente bianche corrispondono ai quartieri con grande densità di alte costruzioni, quindi ai quartieri d'affari e commerciali o ad edilizia intensiva con grandi edifici vicini uno all'altro, mentre le zone residenziali o di abitazioni basse con giardini o prati appaiono in tono grigio più chiaro. L'immagine del radar mostra che la città di Milano si è sviluppata inizialmente in maniera abbastanza omogenea e concentrica intorno al centro, per poi diramarsi in modo quasi stellare lungo le principali vie di comunicazione, soprattutto nei quadranti settentrionali, dove ha in pratica raggiunto le cittadine circostanti. L'aeroporto di Linate è visibile ad est del centro storico della città.

### La memoria storica del territorio nelle osservazioni dallo spazio

La regolarità delle orbite percorse dal satellite e delle operazioni degli strumenti di bordo offrono l'opportunità di creare lunghe serie temporali di dati rilevati in maniera oggettiva e sistematica. La Fig. 1a illustra la zona della valle del fiume Tevere a nord della città di Roma in un'immagine rilevata il 16 febbraio 2000, anno del Giubileo, dal sensore ETM imbarcato sul satellite Landsat-7 e visualizzata in falsi colori: sulla parte alta e a destra si può individuare la striscia serpeggiante del tratto dell'Autostrada del Sole, chiamato anche la *Bretella di Fiano*, che permette oggi di viaggiare senza interruzioni tra Firenze e Napoli evitando d'immettersi nel Grande Raccordo Anulare di Roma. In alto si può riconoscere il bivio dove il raccordo della stazione di Roma Nord s'immette sull'A1. Dall'analisi dei dati d'archivio, quindi della memoria storica della lunga serie dei satelliti Landsat, la Fig. 1b mostra che la Bretella non esisteva ancora il 13 maggio 1977, quando il sensore MSS del satellite Landsat-1 ha osservato la stessa zona, mentre già si vede l'allacciamento dalla stazione pedaggi di Roma Nord al Grande Raccordo Anulare, che era il vero inizio dell'A1 fino all'apertura della Bretella. È interessante notare che nel 1977 la migliore risoluzione geometrica disponibile per i rilevamenti sul territorio dallo spazio era quella del sensore MSS, vale a dire 80 metri, che si traduce in un'immagine senza molti dettagli, come mostrato nella Fig. 1b. Nel 2000, invece, il sensore ETM di Landsat-7 forniva dati multispettrali con la risoluzione di 30 metri, con i dettagli illustrati dalla Fig. 1a.



1a.

1b.

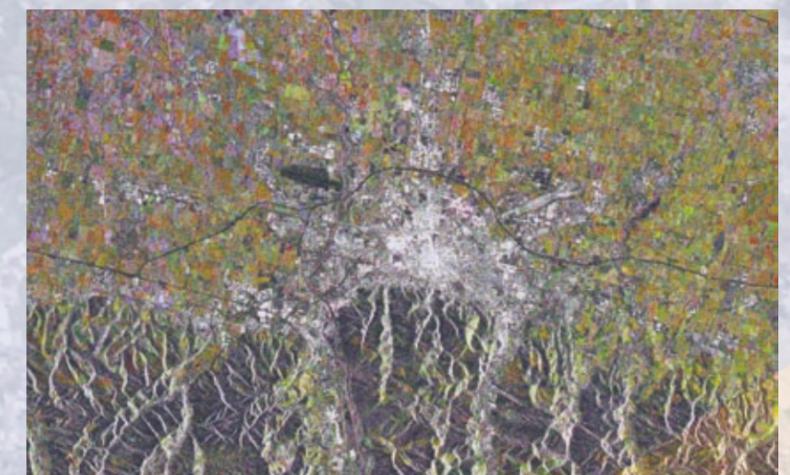
Nelle figure 2, 3, 4 e 5 sono illustrati altri esempi delle capacità dei dati telerilevati dai satelliti per l'osservazione della Terra come strumento decisionale per la pianificazione urbanistica e la gestione del territorio. Ricordiamo che immagini ad altissima risoluzione, sotto il metro, sono disponibili dal 1999 con l'entrata in operazioni dei satelliti IKONOS e poco più tardi QuickBird.



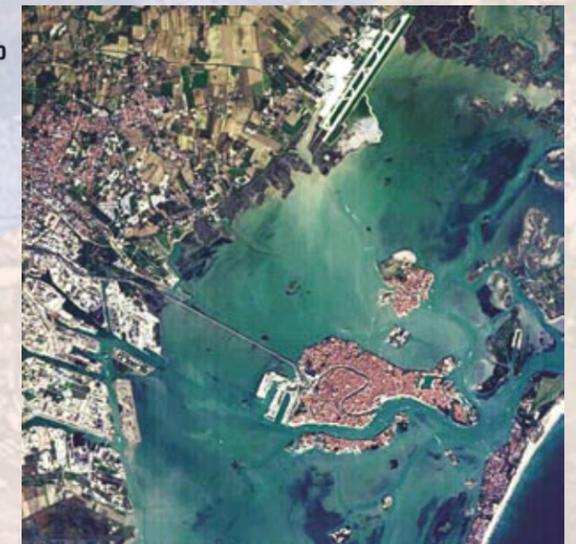
2. Struttura del quartiere Prati di Roma rilevata dal satellite IKONOS-1 con la risoluzione geometrica di 81 cm (©Spacemaging).



3. Crescita urbana sulle colline a nord di Roma osservata dal satellite IKONOS-1 (©Spacemaging).



4. Viabilità tangenziale intorno a Bologna (linee curve scure) nell'immagine multitemporale generata dai dati relativi dal radar del satellite europeo ERS-2 (ESA 2005).



5. La città di Venezia osservata dal satellite europeo Proba (ESA 2005).